

W 1815



Republik  
Österreich  
Patentamt

(11) Nummer:

383 979 B

(12)

# PATENTCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 3154/85

(51) Int.Cl.<sup>4</sup> : B23P 15/22

(22) Anmeldetag: 31.10.1985

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 2.1987

(45) Ausgabetag: 10. 9.1987

(56) Entgegenhaltungen:

AT-PS 365496 DE-OS2703638 GB-PS2110582 US-PS3965549

(73) Patentinhaber:

VOEST-ALPINE AKTIENGESELLSCHAFT  
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

(72) Erfinder:

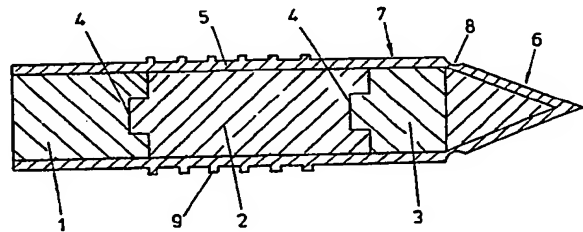
AUER EKKEHARD DIPL.ING.  
LINZ, OBERÖSTERREICH (AT).

(54) VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG VON PENETRATOREN FÜR UNTERKALIBRIGE WUCHTGESCHOSSE SOWIE HÜLLE ZUR VERWENDUNG BEI DER DURCHFÜHRUNG DIESES VERFAHRENS

(57) In einem Verfahren zur Herstellung von Penetratoren für unterkalibrige Wuchtgeschosse wird auf einen aus Schwermetallen, Schwermetalllegierungen oder Schwermetallsinterverbundwerkstoffen bestehenden Kern eine Hülle (5) aus einem Material hoher Zähigkeit heiß, insbesondere mit Temperaturen von 600 bis 900 °C, aufgezogen, worauf die Hülle (5) abgekühlt wird.

Vorzugsweise wird eine Hülle (5) aus umwandlungsfreiem Reineisen oder hochfestem Vergütungsstahl auf den insbesondere aus mehreren Segmenten (1, 2, 3) aufgebauten Penetratorkern aufgezogen.

Die Hülle (5) zur Durchführung des Verfahrens erstreckt sich insbesondere bis in den Bereich der Spitze (6) des Penetrators und weist im Übergangsbereich von der Spitze (6) zum im wesentlichen zylindrischen Bereich (7) eine Ringnut (8) auf.



AT 383 979 B

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung von Penetratoren für unterkalibrige Wuchtgeschosse, mit einem aus Schwermetallen, Schwermetalllegierungen oder Schwermetallsinterverbundwerkstoffen bestehenden Kern und einer den Kern umgebenden Hülle aus einem Material hoher Zähigkeit, sowie eine Hülle zur Durchführung dieses Verfahrens.

5 Derartige Penetratoren werden im besonderen als panzerbrechende Geschosse eingesetzt und vor allen Dingen für den Beschuß von mehrfach gepanzerten Objekten gewählt. Sie werden mit einer kaliberausgleichenden Hülle bzw. einem Treibkäfig verschlossen und zeichnen sich in der Regel durch ein hohes Längen-Durchmesser-Verhältnis aus.

Um ein hohes Durchdringungsvermögen bei gepanzerten Zielen zu bewirken, werden Penetrato-  
10 ren dieser Art zumeist aus Schwermetallen, Schwermetalllegierungen oder Schwermetallverbundwerkstoffen bzw. Sinterwerkstoffen gefertigt. Derartige Werkstoffe zeichnen sich allerdings neben ihrem hohen spezifischen Gewicht auch durch eine relativ hohe Sprödigkeit aus. Wenn nun ein derartiger Penetrator beim Aufprall desintegriert, geht ein Großteil der Masse für die Durchschlagsleistung verloren, und es sind daher bereits Maßnahmen vorgeschlagen worden, die Festigkeitseigenschaften  
15 derartiger Penetratoren bei gleichzeitig hohem Gewicht zu verbessern. In diesem Zusammenhang sind Kerne aus vergleichsweise zäherem, aber leichterem Material vorgeschlagen worden, und es ist auch bereits bekanntgeworden, derartige Penetratoren mit zylindrischen Mänteln aus Stahl zu umgeben.

Aus der AT-PS Nr.365496 ist die Herstellung von Mantelgeschossen bekanntgeworden, deren  
20 einzelne Segmente durch ineinandergreifende Ausnehmungen und Fortsätze verbunden werden und deren so gebildeter Geschosskern mit dem Mantel verpreßt wird.

Im Zusammenhang mit der Ummantelung derartiger Geschosse ist es im besonderen aus der DE-OS 2703638 bereits bekanntgeworden, den Kern aus mehreren Teilen eines Materials großer Dichte aufzubauen und diesen Kern anschließend in einen Mantel aus gegenüber mechanischen Belastungen  
25 widerstandsfähigem Material einzutreiben.

Die Erfindung zielt nun darauf ab, einen Penetrator der eingangs genannten Art in besonders einfacher Weise herzustellen, wobei eine hohe Masse und eine entsprechende Zähigkeit und damit Verringerung der Gefahr einer vorzeitigen Desintegration angestrebt wird.

Zur Lösung dieser Aufgabe besteht das erfindungsgemäße Verfahren im wesentlichen darin,  
30 daß das Material der Hülle erhitzt und heiß auf den Kern aufgezogen wird, worauf die Hülle abgekühlt wird. Dadurch, daß das Material der Hülle erhitzt und heiß auf den Kern aufgezogen ist, lassen sich aus mehreren Segmenten unterschiedlicher Werkstoffe ausgebildete Kerne hochfest zu einem gemeinsamen Penetrator verbinden, und es können die einzelnen Penetratorteile bzw. Segmente lose aneinandergereiht werden. Die Erhitzung der Hülle erlaubt es hiebei insbesondere, ein hinrei-  
35 chend großes Temperaturintervall vorzugeben, welches nach dem Abkühlen ein hochfestes Aufschumpfen auf den Kern zur Folge hat.

Mit Rücksicht auf die üblicherweise verwendeten Kernwerkstoffe, wie beispielsweise Wolfram oder Wolframlegierungen, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, die heiße Hülle unter Schutzgas, wie z.B. Stickstoff oder Argon, aufzuziehen. Bei den vergleichsweise hohen Temperaturen würde  
40 bei derartigen Schwermetallkernen, insbesondere aus Wolfram, die Gefahr bestehen, daß Wolframoxyde gebildet werden und sich somit in der Hitze eine Ausscheidung von gelbem Pulver im Material des Kernes und damit unzulängliche Festigkeitseigenschaften ergeben. Erfindungsgemäß wird bevorzugt vorgeschlagen, daß die Hülle vor dem Aufschieben auf Temperaturen von 400 bis 1100°C, vorzugsweise 500 bis 900°C, insbesondere auf Rotglut, erhitzt wird, und bei derartigen Temperatu-  
45 ren würde sich im Falle der Verwendung von Wolfram bereits die Gefahr der Bildung von Wolframoxiden ergeben.

Die erfindungsgemäße Verfahrensweise erlaubt es, den Kern in beliebiger Weise aus verschiedenen Materialien aufzubauen, ohne daß es hierfür einer besonderen Verbindungstechnik für die einzelnen Kernsegmente bedarf. Es wird das Verfahren hiebei bevorzugt so durchgeführt, daß der Kern  
50 aus Schwermetallen, Schwermetalllegierungen oder Schwermetallsinterverbundwerkstoffen aus einer Mehrzahl von Kernsegmenten aufgebaut wird und die Hülle auf den mehrteiligen Kern aufgezogen wird, wobei vorzugsweise die Kernsegmente vor dem Aufziehen der Hülle in Achsrichtung, insbesondere durch ineinander eingreifende Fortsätze und Ausnehmungen benachbarter Stirnflächen der Kern-

segmente justiert werden. Es ist somit lediglich erforderlich, die Kernsegmente lose aneinanderzureihen, wobei im Falle der ineinander eingreifenden Fortsätze eine Zentrierung und Justierung erfolgt und eine im wesentlichen glatte Außenkontur des Penetrators sichergestellt wird. Auf Grund der hohen Temperaturdifferenz zur aufzuschiebenden Hülle erfolgt eine glatte flächige Anpressung und es wird ein Penetrator aus einem hochfesten Verbundwerkstoff gebildet.

Die Hülle kann gegenüber dem Material des Kerns wesentlich leichter bearbeitet werden und in einfacher Weise so ausgestaltet werden, daß der Treibkäfig in axialer Richtung an der Hülle gehalten wird. Zu diesem Zweck kann die Hülle mit am Umfang verteilten Noppen oder Gewinden ausgebildet sein.

Eine besonders leicht verformbare Hülle läßt sich dadurch erzielen, daß eine Hülle aus umwandlungsfreiem Reineisen oder hochfestem Vergütungsstahl verwendet wird.

In bevorzugter Weise eignen sich für das Material der Hülle Schnellstahl oder Manganstahl, wobei Wandstärken der Hülle von 0,2 bis 5 mm, vorzugsweise 1 bis 3 mm, bevorzugt sind. Eine derartige Wandstärke von 1 bis 3 mm erlaubt das nachträgliche Schneiden von Gewinden, so daß die Treibkraft über den Treibspiegel vollständig auf den Penetrator übertragen werden kann.

Die erfindungsgemäß zur Durchführung dieses Verfahrens geeignete Hülle ist im wesentlichen dadurch gekennzeichnet, daß sie sich bis in den Bereich der Spitze des Penetrators erstreckt und im Übergangsbereich von der Spitze zum im wesentlichen zylindrischen Bereich eine Ringnut aufweist. Diese im Übergangsbereich der Spitze zum im wesentlichen zylindrischen Bereich angeordneten Ringnut hat beim Aufziehen der Hülle den Vorteil, daß auch im Spitzenbereich eine exakte saubere Anpassung an die Außenkontur des Penetratorkörpers und damit eine aerodynamisch günstige Form erzielt wird, da diese Nut eine gewisse plastische Verformung beim Aufziehen zuläßt. Die verbleibende Ringnut hat in der Folge aerodynamisch in diesem Bereich den Vorzug, daß der Treibkäfig nach dem Verlassen des Rohres rascher abgestreift wird.

Die einzelnen Kernteile des Penetrators können auf Grund des erfindungsgemäßen Verfahrens in beliebigen unterschiedlichen Längen und aus unterschiedlichen Materialien vorrätig gehalten werden, und es kann ein den speziellen Bedürfnissen angepaßter Penetrator mit dem gleichen Herstellungsprozeß gefertigt werden. Es kann somit kurzfristig im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens eine Anpassung des Penetratorkörpers an bestimmte Panzerungen erfolgen.

Als Material für die Hülle hat sich im besonderen ein Stahl mit der Zusammensetzung 0,7 Gew.-% C, 0,35 Gew.-% Si, 0,35 Gew.-% Mn, 5,0 Gew.-% Cr, 5,0 Gew.-% Mo, 1,0 Gew.-% V und 0,2 Gew.-% Cu, Rest Eisen und übliche Verunreinigungen, bewährt. Derartige Stähle werden üblicherweise als Schnellstahl bezeichnet. Im Rahmen der erfindungsgemäß verwendbaren Manganstähle sind Stähle der Richtanalyse C 0,2 bis 1 Gew.-%, Si 0,3 bis 1 Gew.-% und Mn 0,3 bis 2 Gew.-% bevorzugt, wobei bei derartigen Stählen vor dem Aufschmelzen die Hülle auf 700 bis 800°C erhitzt wird, worauf in der Folge unter Schutzgas abgekühlt wird. Je nach gewünschten Festigkeitseigenschaften kann die Abkühlung in der Folge langsam oder auch durch Abschrecken erfolgen, wobei im Falle des Abschreckens naturgemäß eine gewisse Aufhärtung der Hülle je nach verwendeter Stahlsorte beobachtet werden kann.

Im Rahmen der niedriglegierten Schnellstähle können bis 5 Gew.-% Chrom, bis 5 Gew.-% Molybdän, bis 5 Gew.-% Nickel, bis 1 Gew.-% Vanadium und 0,02 bis 1 Gew.-% Kupfer zusätzlich als Legierungselemente anwesend sein.

In besonders vorteilhafter Weise eignet sich als Werkstoff für die Hülle duktiles Wolframschwermetall. Derartiges duktiles Wolframschwermetall enthält in der Regel etwa 7 Gew.-% Nickel, Rest Eisen, Kupfer und Molybdän, und weist einen Wolframgehalt von knapp über 90% auf. Duktiles Wolfram kann bis zu Wolframgehalten von 95 Gew.-% erzielt werden, wobei die Dichte gegenüber dem Wolframschwermetall des Kerns geringfügig absinkt. Duktiles Wolframschwermetall hat gegenüber dem Wolframschwermetall des Kerns eine um etwa 0,5 g/cm<sup>3</sup> verringerte Dichte, wobei der Kern eine Dichte in der Größenordnung von 17,5 g/cm<sup>3</sup> bei einem Wolframgehalt von deutlich über 95%, und die Hülle eine Dichte von etwa 17 g/cm<sup>3</sup> bei einem Wolframgehalt von unter 95% aufweist. Auf diese Weise wird durch die Hülle nur wenig Gewicht verloren und eine überaus hohe Festigkeit erzielt. Insbesondere die Warmfestigkeit von duktilem Wolfram beträgt bei 20°C etwa 750 N/mm<sup>2</sup>, bei 600°C immer noch 520 N/mm<sup>2</sup> und bei etwa 1000°C etwa 220 N/mm<sup>2</sup>. Bei Verwendung einer Wolf-

ramhülle aus duktilem Wolframschwermetall ist allerdings eine kombinierte Anwendung mehrerer Maßnahmen zum Aufschieben der Hülle erforderlich. Der Kern muß in diesen Fällen mit CO<sub>2</sub> - Schnee oder flüssigem Stickstoff auf Temperaturen zwischen -50 und -192°C abgekühlt werden und die Hülle bis zu 1000°C erhitzt werden. Bei der Erhitzung der Hülle ist besonders auf geeignete Schutzgasatmosphäre zu achten, um eine Zerstörung der Hülle zu verhindern. Wolfram hat nur einen sehr kleinen Temperatúrausdehnungskoeffizienten, und aus diesem Grunde ist zum Aufschieben der Hülle sowohl die Hülle zu erwärmen als auch der Kern abzukühlen. Bei andern Hüllen kann eine Abkühlung des Kernmaterials entfallen. Nach dem Aufziehen der Hülle kann eine Kaltverschweißung durch Hämmern, Walzen oder Pressen wieder unter Schutzgasatmosphäre vorgenommen werden. Ein derartiger Penetrator wurde mit einem Kern einer Dichte von 17,5 g/cm<sup>3</sup> und einem Material des Kerns bestehend aus 95,5 Gew.-% Wolfram legiert mit 3 Gew.-% Nickel, Rest Eisen, Kupfer und Molybdän, hergestellt, wobei als Hülle duktiles Wolframmetall mit 85 bis 95, vorzugsweise 90,5 Gew.-% Wolfram eingesetzt wurde. Die Festigkeit des Kerns wurde hierbei mit 1050 N/mm<sup>2</sup> bestimmt und insgesamt ein hohes Penetrationsvermögen und eine geringe Tendenz zur Desintegration bei derartigen Penetratoren festgestellt.

Die Erfindung wird nachfolgend an Hand eines in der Zeichnung schematisch dargestellten Penetrators näher erläutert.

In der Zeichnung ist ein mehrteiliger Penetratorkern dargestellt, dessen Segmente mit --1, 2 und 3-- bezeichnet sind. Die einzelnen Segmente --1, 2 und 3-- haben jeweils Zentrierungsansätze --4--, welche in entsprechende Ausnehmungen der benachbarten Stirnfläche des nächsten Segments eingreifen. Die Segmente --1, 2 und 3-- können in unterschiedlichen Längen und aus unterschiedlichen Werkstoffen hergestellt und vorrätig gehalten werden.

Für den Zusammenbau eines Penetrators wird eine Mehrzahl derartiger Segmente --1, 2 und 3-- zusammengesteckt. Anschließend wird eine Hülle aus Reineisen oder Stahl, welche in der Zeichnung nun mit --5-- bezeichnet ist und sich bis in den Spitzenbereich --6-- des Penetrators erstreckt, auf Rotglut erhitzt und über die Segmente aufgezogen. Am Übergangsbereich von der Spitze --6-- in den im wesentlichen zylindrischen Bereich --7-- des Penetrators ist eine Ringnut --8-- vorgesehen, welche die Anpassung der Hülle --5-- im Spitzenbereich --6-- beim Aufziehen erleichtert.

Die Außenseite der Hülle --5-- kann im zylindrischen Bereich --7-- mit Rippen oder Rillen --9-- versehen sein, wodurch der Halt für eine kaliberausgleichende Hülle bzw. einen Treibkäfig und die axiale Kraftübertragung beim Abschluß verbessert wird.

#### P A T E N T A N S P R Ü C H E :

1. Verfahren zur Herstellung von Penetratoren für unterkalibrige Wuchtgeschosse, mit einem aus Schwermetallen, Schwermetalllegierungen oder Schwermetallsinterverbundwerkstoffen bestehenden Kern und einer den Kern umgebenden Hülle aus einem Material hoher Zähigkeit, dadurch gekennzeichnet, daß das Material der Hülle erhitzt und heiß auf den Kern aufgezogen wird, worauf die Hülle abgekühlt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülle vor dem Aufschieben auf Temperaturen von 400 bis 1100°C, vorzugsweise 500 bis 900°C, insbesondere auf Rotglut, erhitzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die heiße Hülle unter Schutzgas, wie z.B. Stickstoff oder Argon, aufgezogen wird.

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Kern aus einer Mehrzahl von Kernsegmenten aufgebaut wird und die Hülle auf den mehrteiligen Kern aufgezogen wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kernsegmente vor dem Aufziehen der Hülle in Achsrichtung, insbesondere durch an sich bekannte ineinander eingreifende Fortsätze und Ausnehmungen benachbarter Stirnflächen der Kernsegmente, justiert werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß eine Hülle mit einer Wandstärke von 0,2 bis 5 mm, vorzugsweise 1 bis 3 mm, aufgezogen wird.

7. Hülle zur Verwendung bei der Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülle (5) sich bis in den Bereich der Spitze (6) des Penetrators erstreckt und im Übergangsbereich von der Spitze (6) zum im wesentlichen zylindrischen Bereich (7) eine Ringnut (8) aufweist.
- 5 8. Hülle nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülle (5) aus duktilem Wolfram-schwermetall besteht.
9. Hülle nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülle 85 bis 95 Gew.-% W enthält.
10. Hülle nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülle (5) aus umwandlungs-freiem Reineisen oder hochfestem Vergütungsstahl besteht.
- 10 11. Hülle nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülle (5) aus Schnellstahl oder Mn-Stahl besteht.
12. Hülle nach einem der Ansprüche 7 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülle (5) mit am Umfang verteilten Noppen (9) oder Gewinden für den axialen Halt eines Treibkäfigs versehen ist.

(Hiezu 1 Blatt Zeichnung)

